



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 25 317 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 01 F 7/18**  
F 16 K 31/06

②1 Aktenzeichen: 197 25 317.2  
②2 Anmeldetag: 9. 6. 97  
④3 Offenlegungstag: 10. 12. 98

**DE 197 25 317 A 1**

⑦1 Anmelder:  
Vickers Systems Zweigniederlassung der Trinova  
GmbH, 61273 Wehrheim, DE

⑦4 Vertreter:  
Gleiss & Große, Patentanwaltskanzlei, 70469  
Stuttgart

⑦2 Erfinder:  
Lauer, Peter, Dr., 61381 Friedrichsdorf, DE; Raabe,  
Wolfgang, 61130 Nidderau, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE-AS 12 67 340  
DE 1 95 19 757 A1  
DE 43 07 878 A1  
DE 43 00 882 A1

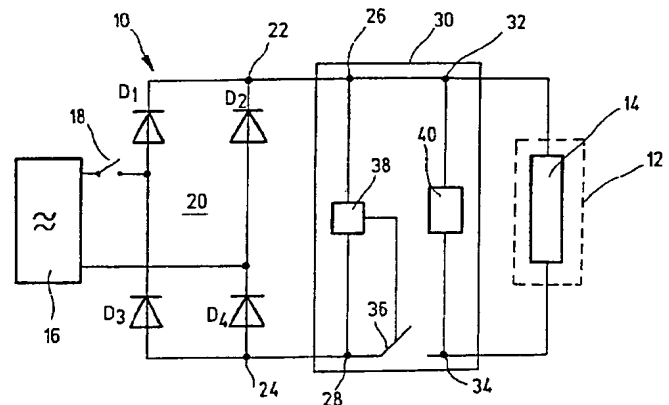
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines mit Gleichspannung betätigbaren Magnetventiles

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines mit Gleichspannung betätigbaren Magnetventils, wobei das Magnetventil über eine Gleichrichterschaltung mit einer Wechselspannungsquelle verbindbar ist, und einem Wechselspannungsquelle mit der Gleichrichterschaltung verbindenden beziehungsweise trennenden Schaltmittel.

Es ist vorgesehen, daß zwischen der Gleichrichterschaltung (20) und einem elektromagnetischen Betätigungsmittel (14) des Magnetventils (12) eine Steuerschaltung (30) geschaltet ist, die bei Abschaltung der Wechselspannungsquelle (16) die Gleichrichterschaltung (20) von dem Betätigungsmittel (14) trennt und in Abhängigkeit einer Abschalt-Induktionsspannung des Betätigungsmittels (14) dieses kurzschließt.



**DE 197 25 317 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines mit Gleichspannung betätigbaren Magnetventiles mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen.

## Stand der Technik

Schaltungsanordnungen der gattungsgemäßen Art sind bekannt. So werden beispielsweise bei Hydraulik- oder Pneumatikanwendungen Schaltventile eingesetzt, deren Betätigungsmittel ein mit Gleichspannung verbindbarer Elektromagnet ist. Durch Beaufschlagen des Elektromagneten mit der Gleichspannung wird das sich aufbauende Magnetfeld zum Ausführen einer Schalthandlung genutzt. Bei Abschalten der Versorgungsspannung fällt der Elektromagnet ab, so daß die Schalthandlung rückgängig machbar ist. Mit Gleichspannung betreibbare Elektromagneten bieten gegenüber mit Wechselspannung betreibbaren Elektromagneten den Vorteil, daß ein einfacherer Aufbau, beispielsweise durch Wegfall eines Kurzschlußringes, möglich ist. Da jedoch üblicherweise an möglichen Anwendungsorten als Versorgungsspannung eine Wechselspannung zur Verfügung steht, ist bekannt, die Magnetventile mit einer Gleichrichterschaltung zu versehen, die die anliegende Wechselspannung zum Betreiben des Magnetventiles gleichrichtet.

Beim Abschalten des Elektromagneten wird ein Induktionsstrom induziert, der über die Gleichrichterschaltung abgebaut wird. Da die Gleichrichterschaltung nur einen geringen Spannungsabfall verursacht, ist der Zeitraum, innerhalb dem eine Restmagnetisierung des Elektromagneten vorhanden ist, relativ lang. Hierdurch verzögert sich ein Abfallen des Magnetventiles nach dem tatsächlichen Abschaltzeitpunkt, da eine Anzugskraft des Elektromagneten in etwa proportional einem durch den Elektromagneten fließenden Strom ist, so daß ein exaktes Schaltverhalten der Magnetventile beeinträchtigt ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung der gattungsgemäßen Art anzugeben, die einfach aufgebaut ist und mittels der eine Schaltcharakteristik eines Magnetventiles optimierbar ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Schaltungsanordnung mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, daß zwischen der Gleichrichterschaltung und einem elektromagnetischen Betätigungsmittel des Magnetventiles eine Steuerschaltung geschaltet ist, die bei Abschaltung der Wechselspannungsquelle die Gleichrichterschaltung von dem Betätigungsmittel trennt und in Abhängigkeit einer Abschalt-Induktionsspannung des Betätigungsmittels dieser über einen spannungsabhängigen Widerstand kurzschließt, ist vorteilhaft möglich, die im elektromagnetischen Betätigungsmittel gespeicherte Energie nach Abschalten der Wechselspannungsversorgung innerhalb kürzester Zeit abzubauen, so daß die Zeit zwischen dem Abschalten der Wechselspannungsversorgung und dem Abfallen des Magnetventiles drastisch reduziert wird. Durch die hiermit verbundene Verbesserung der Schaltcharakteristik lassen sich Schalthandlungen mittels der die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung aufweisenden Magnetventile sehr exakt, das heißt, sehr zeitgenau ausführen. Durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung lassen sich mit Gleichspannung betätigbare Magnetventile in einfacher Weise in Systemen mit Wechselspannungsversorgung integrieren, ohne daß aufwendige Anpassungen notwendig sind.

Durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung wird es möglich, mit Gleichspannung betätigbare Elektromagnete in Magnetventilen einzusetzen, um Schaltcharakteri-

stiken zu erreichen, die ansonsten nur von den kostenintensiven, mit Wechselspannung betätigbaren Elektromagneten erzielbar sind.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

## Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 und 2 verschiedene Ausführungsvarianten einer Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines Magnetventiles;

Fig. 3 eine konkrete Schaltung eines Schaltmittels der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1 und

Fig. 4 bis 6 Spannungs- und Stromverläufe der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt eine Schaltungsanordnung 10 zur Ansteuerung eines Magnetventiles 12. Das Magnetventil 12 umfaßt einen Gleichstrommagneten 14, der ein Betätigungsmittel des Magnetventiles 12 bildet. Der Gleichstrommagnet 14 ist über eine Wechselspannungsquelle 16 mit einer Versorgungsspannung beaufschlagbar. Die Wechselspannungsquelle 16 ist mittels eines Schaltmittels 18 beziehungsweise abschaltbar. Zur Gleichrichtung der von der Wechselspannungsquelle 16 gelieferten Wechselspannung ist eine Gleichrichterschaltung 20 von in Brückenschaltung geschalteten Dioden  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  und  $D_4$  vorgesehen. Ausgänge 22 beziehungsweise 24 der Gleichrichterschaltung 20 sind mit Eingängen 26 beziehungsweise 28 einer Steuerschaltung 30 verbunden, deren Ausgänge 32 beziehungsweise 34 mit dem Gleichstrommagneten 14 verbunden sind.

Die Steuerschaltung 30 umfaßt ein Schaltmittel 36, das einerseits mit dem Eingang 28 und andererseits mit dem Ausgang 34 verbunden ist. Das Schaltmittel 36 ist über eine Steuereinheit 38 ansteuerbar, die zwischen den Eingängen 26 und 28 geschaltet ist. Ferner ist ein spannungsabhängiger Widerstand 40 zwischen den Ausgängen 32 und 34 der Steuerschaltung 30 geschaltet.

Die in Fig. 1 gezeigte Schaltungsanordnung 10 übt folgende Funktion aus:

Es wird davon ausgegangen, daß das Magnetventil 12 Bestandteil einer pneumatischen oder hydraulischen Anwendung ist, wobei mittels des Magnetventiles 12 eine pneumatische oder hydraulische Verbindungsleitung beispielsweise geschlossen oder geöffnet werden soll. Soll das Magnetventil 12 schalten, wird über ein entsprechendes Steuersignal das Schaltmittel 18 geschlossen, so daß die Wechselspannungsquelle 16 mit der Gleichrichterschaltung 20 verbunden ist. Dieser, an sich bekannte Brücken-Gleichrichter liefert eine Gleichspannung, die an den Eingängen 26 und 28 der Steuerschaltung 30 anliegt. Über die Steuereinheit 38 wird das Anliegen der Gleichspannung detektiert, so daß das Schaltmittel 36 geschlossen ist. Hierdurch liegt die Gleichspannung an den Ausgängen 32 und 34 der Schaltungsanordnung 30 und somit am Gleichstrommagneten 14 des Magnetventiles 12 an. Entsprechend dem hierdurch aufgebauten Magnetfeldes wirkt dieses als Betätigungsmittel für das Magnetventil 12. Der spannungsabhängige Widerstand 40, der beispielsweise als Varistor ausgebildet ist, besitzt eine Schwellspannung, die über der Betriebsspannung des Gleichstrommagneten 14 liegt. Hierdurch ist dieser im Normalbetrieb hochohmig.

Soll das Magnetventil 12 seinen Schaltzustand ändern, er-

folgt über eine entsprechende Signalisierung ein Öffnen des Schaltmittels 18, so daß die Wechselspannungsquelle 16 von der Gleichrichterschaltung 20 getrennt ist. Über die Steuereinheit 38 wird erkannt, daß zwischen den Eingängen 26 und 28 der Steuerschaltung 30 und somit zwischen den Ausgängen 22 und 24 der Gleichrichterschaltung 20 keine Gleichspannung mehr anliegt. Die Steuereinheit 38 ist so ausgelegt, daß in diesem Fall das Schaltmittel 36 die Verbindung zwischen dem Eingang 28 und Ausgang 34 der Steuerschaltung 30 öffnet. Der Gleichstrommagnet 14 ist somit über den spannungsabhängigen Widerstand 40 kurzgeschlossen.

Bekanntermaßen tritt beim Abschalten eines Gleichstrommagneten 14 infolge des Abbaus einer gespeicherten magnetischen Energie ein Abschalt-Induktionsstrom auf, der zum Entstehen einer Induktionsspannung führt. Diese Induktionsspannung liegt über der Schwellspannung des spannungsabhängigen Widerstandes, so daß dieser niederohmig wird. Hierdurch ergibt sich quasi ein Kurzschließen des Gleichstrommagneten 14. Die in dem Gleichstrommagneten 14 gespeicherte magnetische Energie kann über eine hohe Induktionsspannung somit schnell abgebaut werden. Dies hat den Vorteil, daß innerhalb kürzester Zeit das magnetische Feld des Gleichstrommagneten 14 abgebaut ist, so daß das Magnetventil 12 nach Öffnen des Schaltmittels 18 sehr schnell seine Schaltstellung ändert.

Die Versorgungsspannung U der Wechselspannungsquelle 16 kann beispielsweise 230 V bei 50 Hz oder 110 V bei 60 Hz betragen. Die Schaltschwelle des spannungsabhängigen Widerstandes 40 liegt über der Versorgungsspannung und beträgt beispielsweise 300 V.

In Fig. 2 ist die Schaltungsanordnung 10 in einer weiteren Ausführungsvariante gezeigt, wobei gleiche Teile wie in Fig. 1 mit gleichen Bezugszeichen versehen und nicht nochmals erläutert sind.

Gemäß der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsvariante ist das Schaltmittel 36 von dem spannungsabhängigen Widerstand 40 überbrückt. Die übrigen Bestandteile der Schaltungsanordnung 10 sind gegenüber dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel unverändert. Auch durch diese Anordnung wird erreicht, daß im Abschaltfalle des Gleichstrommagneten 14 eine sehr hohe Abschalt-Induktionsspannung über den spannungsabhängigen Widerstand 40 abfallen kann, so daß das Magnetfeld des Gleichstrommagneten 14 sehr schnell abgebaut ist. Der Abschalt-Induktionsstrom fließt in diesem Fall auch über die Gleichrichterschaltung, jedoch tritt der sehr viel größere Spannungsabfall, der zum schnellen Abbau des magnetischen Feldes führt, über den Widerstand 40 auf.

In der Fig. 3 ist eine konkrete Schaltungsvariante der Steuerschaltung 30 gemäß Fig. 1 gezeigt. Das Schaltelement 36 ist als MOSFET-Transistor ausgebildet, dessen Gateanschluß mit einem Knotenpunkt  $K_1$  verbunden ist, der einerseits über einen Widerstand  $R_1$  mit dem Eingang 26 und andererseits über eine Überspannungsdiode 42 mit dem Eingang 28 verbunden ist. Der spannungsabhängige Widerstand 40 ist von einer Überspannungsdiode 44 und einer Diode 46 realisiert, deren Kathode mit der Überspannungsdiode 44 und deren Anode mit dem Ausgang 34 der Steuerschaltung 30 verbunden ist.

Bei eingeschaltetem Schaltmittel 18 liegt am Knoten  $K_1$  und somit am Gate des MOSFET 36 die von der Gleichrichterschaltung 20 bereitgestellte Spannung an. Hierdurch wird der MOSFET 36 durchgesteuert, und der Eingang 28 ist mit dem Ausgang 34 der Schaltungsanordnung 30 verbunden. Die Überspannungsdioden 42 und 44 sind jeweils gesperrt.

Nach Öffnen des Schaltmittels 18 fließt der, anhand der Fig. 1 und 2 bereits erläuterte, Abschalt-Induktionsstrom

des Gleichstrommagneten 14. Die hieraus resultierende Induktionsspannung liegt über der Schwellspannung der Überspannungsdioden 42 beziehungsweise 44, so daß diese leitend werden. Die Gate-Source-Spannung des MOSFET 36 wird hierdurch auf Null gezogen, so daß der MOSFET 36 öffnet. Der mit den Ausgängen 32 und 34 der Steuerschaltung 30 verbundene Gleichstrommagnet 14 ist somit über die Überspannungsdiode 44 und die Diode 46 kurzgeschlossen, so daß ein hoher Abschalt-Induktionsstrom fließen kann, der zum schnellen Abbau des Magnetfeldes und somit zum schnellen Schalten des Magnetventiles 12 führt.

Anhand der Fig. 4, 5 und 6 soll die Schaltcharakteristik der Schaltungsanordnung 10 verdeutlicht werden. In Fig. 4 ist der Wechselspannungsverlauf der Wechselspannungsquelle 16 gezeigt, während in Fig. 6 der Induktionsstrom I des Gleichstrommagneten 14 dargestellt ist. Zum Vergleich ist in Fig. 5 der Verlauf des Induktionsstromes I beim Stand der Technik, das heißt, ohne die Steuerschaltung 30 gezeigt. Die Welligkeit des Induktionsstromes I ergibt sich aus der Restwelligkeit der gleichgerichteten Wechselspannung der Wechselspannungsquelle 16 über die Gleichrichterschaltung 20.

Zum Zeitpunkt  $t_1$  erfolgt das Öffnen des Schaltmittels 18 (Fig. 1). Hierdurch wird die Versorgungsspannung U gemäß Fig. 4 abgeschaltet. Aufgrund der gespeicherten magnetischen Energie im Gleichstrommagneten 14 stellt sich der Abschalt-Induktionsstrom I ein, der – wie Fig. 6 verdeutlicht – bis zum Zeitpunkt  $t_2$  auf einen vernachlässigbaren Wert nahe Null abfällt. Die Zeitspanne  $t_2 - t_1$  beträgt beispielsweise 10 ms. Dieser große Gradient des Abschalt-Induktionsstromes I wird durch das anhand der vorhergehenden Figuren erläuterte Kurzschließen des Gleichstrommagneten 14 über die Steuerschaltung 30 realisiert. Anhand eines Vergleiches mit der in Fig. 5 gezeigten Kennlinie des Abschalt-Induktionsstromes I ohne die Steuerschaltung 30 wird deutlich, daß dort die Induktionsspannung über die Gleichrichterschaltung 20 im Verhältnis langsam abfällt, so daß ein im Verhältnis kleiner Gradient des Abschalt-Induktionsstromes I gegeben ist. Der Abschalt-Induktionsstrom I erreicht hier erst einen vernachlässigbaren Wert zum Zeitpunkt  $t_3$ . Die Zeitspanne  $t_3 - t_1$  beträgt beispielsweise 40 ms. Es wird also deutlich, daß mittels der Steuerschaltung 30 ein um circa den Faktor 4 schnelleres Absinken des Abschalt-Induktionsstromes I erreicht wird. Entsprechend schneller wird das Magnetfeld des Gleichstrommagneten 14 abgebaut, so daß das Magnetventil 12 um diesen Faktor schneller seinen Schaltzustand ändert.

So ist mit einfachen Mitteln eine Optimierung der Schaltcharakteristik des Magnetventiles 12 erreichbar. Die Elektronik der Schaltungsanordnung 10 kann sehr vorteilhaft in ein Gehäuse des Magnetventiles 12 integriert sein. Somit ist ein standardisiertes Magnetventil 12, das mit Gleichspannung betätigbar ist, ohne zusätzlichen Aufwand in Wechselspannungsanwendungen einsetzbar.

#### Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines mit Gleichspannung betätigbaren Magnetventiles, wobei das Magnetventil über eine Gleichrichterschaltung mit einer Wechselspannungsquelle verbindbar ist, und einem die Wechselspannungsquelle mit der Gleichrichterschaltung verbindenden beziehungsweise trennenden Schaltmittel, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der Gleichrichterschaltung (20) und einem elektromagnetischen Betätigungsmittel (14) des Magnetventiles (12) eine Steuerschaltung (30) geschaltet ist, die bei Abschaltung der Wechselspannungsquelle (16)

die Gleichrichterschaltung (20) von dem Betätigungsmittel (14) trennt und in Abhängigkeit einer Abschalt-Induktionsspannung des Betätigungsmittels (14) dieses kurzschließt.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (30) ein Schaltmittel (36) aufweist, das einerseits mit der Gleichrichterschaltung (20) und andererseits mit dem Betätigungsmittel (14) verbunden ist.

3. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltmittel (36) über eine Steuereinheit (38) ansteuerbar ist, die mit Ausgängen (22, 24) der Gleichrichterschaltung (20) verbunden ist, und die eine Abschaltung der Wechselspannungsquelle (16) detektiert.

4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltmittel (36) ein MOSFET-Transistor oder bipolarer Transistor ist.

5. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Betätigungsmittel (14) ein Gleichstrommagnet ist, dem ein spannungsabhängig seinen Widerstandswert änderndes Bauelement parallel geschaltet ist.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das spannungsabhängig seinen Widerstandswert ändernde Bauelement ein Varistor (40) ist, dessen Schwellspannung über einer Betriebsspannung des Gleichstrommagneten (14) liegt.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das spannungsabhängig seinen Widerstandswert ändernde Bauelement eine Überspannungsdiode (44) ist, deren Zündspannung über einer Betriebsspannung des Gleichstrommagneten (14) liegt.

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das spannungsabhängig seinen Widerstandswert ändernde Bauelement parallel zum Schaltmittel (36) geschaltet ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

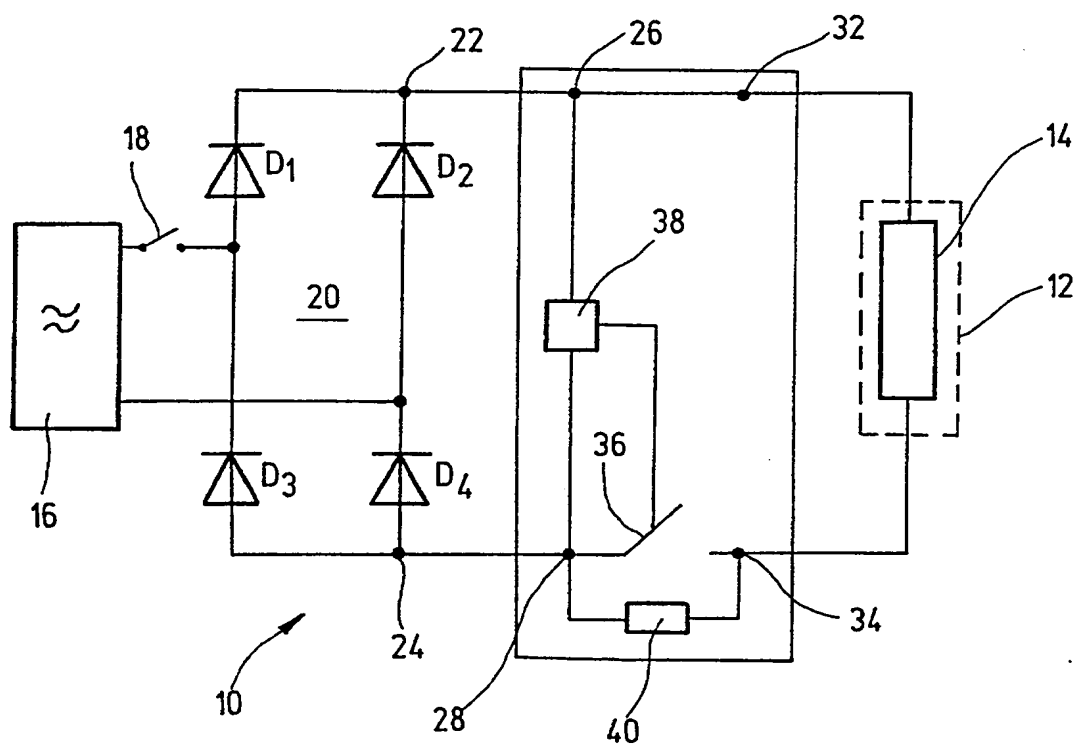
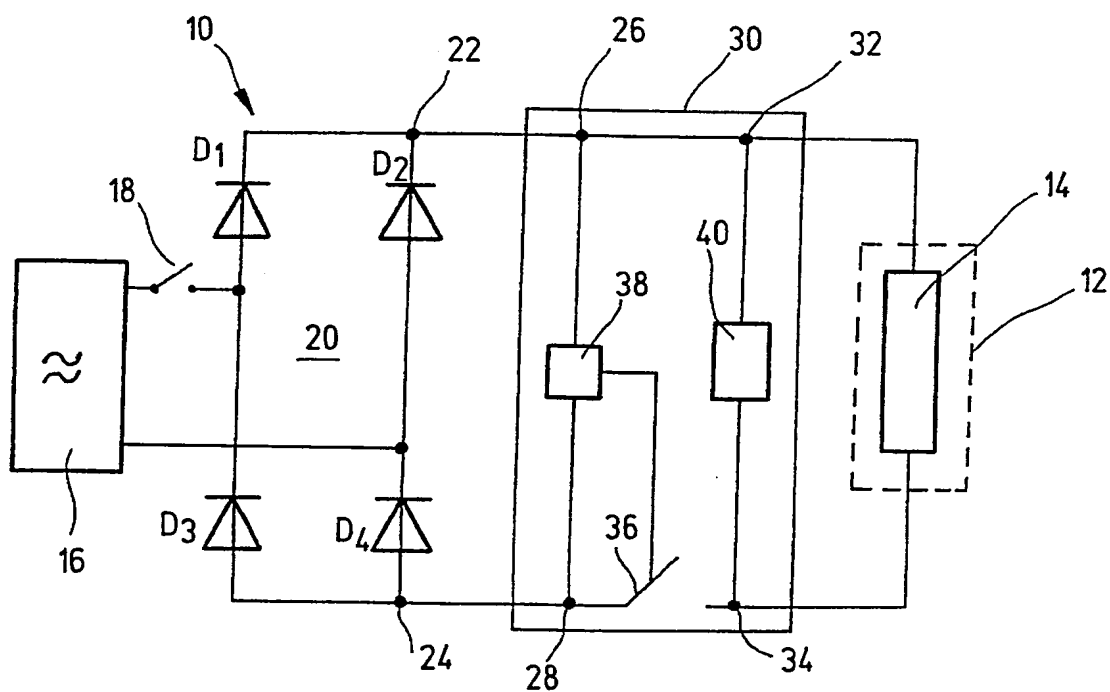


Fig. 2

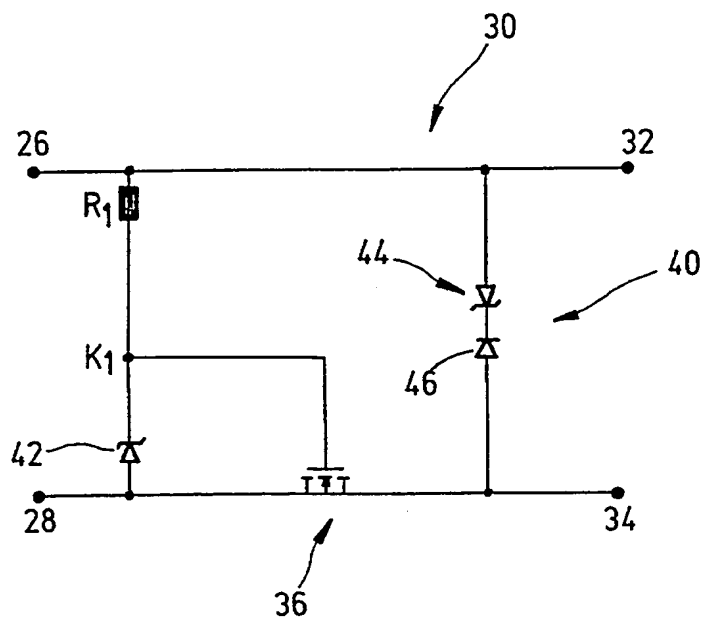


Fig. 3

